

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09139032 A**

(43) Date of publication of application: **27 . 05 . 97**

(51) Int. Cl **G11B 21/08**

(21) Application number: **07299535**

(71) Applicant: **FUJITSU LTD**

(22) Date of filing: **17 . 11 . 95**

(72) Inventor: **TAKAISHI KAZUHIKO**

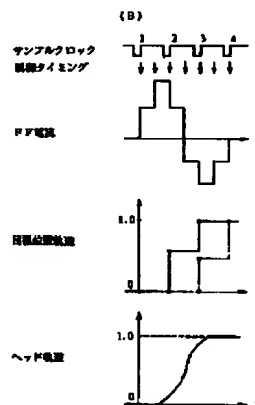
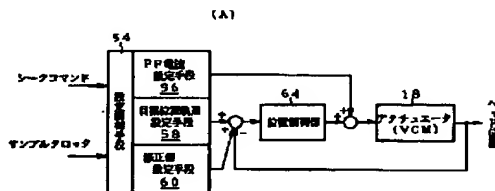
(54) **DISK DEVICE**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To perform a short distance seek in the extent of 1-4 tracks by such a short coarse time as several samples for a sector servo provided with a comparatively long sample period of the head position, and also to enable the seek in a short time of 10 samples or less including the setting time.

**SOLUTION:** FF current by an FF current setting part 56, start of the target position by a position control part 64 and correction value by a correcting value setting part 60 are produced by the time elapsed from the started time of each seek, i.e. by each sample timing with the predetermined number of samples, then the positional feedback control by the difference between the target position and the actual position is performed in the position control part 64 together with the control by the FF current. The coarse time for the seeking distance of one track is set to 3 samples, for instance. By intentionally deviating the orbit of target position from an ideal value, the overshoot and under-shoot are suppressed.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



*See U.S. Pat # 5859743*

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9-139032

(43) 公開日 平成 9 年 (1997) 5 月 27 日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
G 11 B 21/08			G 11 B 21/08	E
審査請求	未請求	請求項の数 35	OL	(全 54 頁)

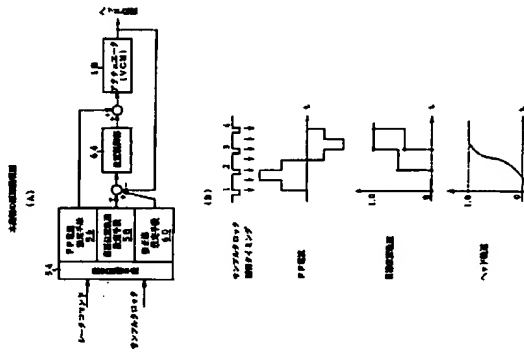
(21) 出願番号	特開平 7-299535	(71) 出願人	000005223 富士通株式会社
(22) 出願日	平成 7 年 (1995) 11 月 17 日	号	神奈川県川崎市中原区上小田中 4丁目 1番 1
		(72) 発明者	高石 和彦 神奈川県川崎市中原区上小田中 1015 番地 富士通株式会社内
		(74) 代理人	井土 連 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 ディスク装置

(57) 【要約】

【課題】 ヘッド位置のサンプリング周期が比較的高いセクタサーボについて、1~4トラッキング程度の短距離シークを数サンプリングという短いコアス時間で行い、整定時間を含めてシーク時間も 10 サンプリング以下の短時間で可能とする。

【解決手段】 FF 電流設定部 56 による FF 電流、位置制御部 64 による目標位置移動、修正電流設定部 60 による修正値は、各々シーク開始時刻からの経過時間、即ち予め定めたサンプリング数の各サンプリングで生成される、位置制御部 64 で目標位置と実位置との差に基づいて生成される。1トラッキングのシーク距離について、コアス時間を例えれば 3 サンプリングに設定できる。目標位置移動を理想的な値から意図的にずらすことで、オーバーシュート・アンダーシュートを抑制する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 トラッキング情報とヘッド位置情報を含むサーボフレームがトラック上に離散的に記録されたディスク媒体と、

前記ディスク媒体に対しヘッドを移動させるアクチュエータと、  
電流により動作して前記アクチュエータを駆動するモータと、  
前記ヘッドの読取信号からヘッド位置信号とトラッキング情報を所定のサンプリング周期毎に検出するサーボ復調手段と、

上位装置からシーク命令を受けた際、指定された目標位置に向けて前記ヘッドを移動して位置決めさせるシーク制御手段と、を備えたディスク装置に於いて、  
前記シーク制御手段は、

上位装置からのシーク命令が所定シーク距離以下の場合は、前記ヘッド位置情報のサンプリング周期の複数周期に亘る短距離コアス制御期間を設定し、該短距離コアス制御期間の制御開始時を含む各サンプリング毎に制御動作を指示する設定制御手段と、

前記短距離コアス制御期間で前記ヘッドをシーク開始位置から目標位置に移動させるに必要なフィードフォワード電流の値を、前記短距離シーク期間の制御終了時を除くサンプリング毎に予め保持し、前記設定制御手段の指示に従ってサンプリング毎に流す電流設定手段と、

前記電流設定手段のフィードフォワード電流によるヘッド移動軌道の各サンプリング毎の位置を目標位置として予め保持し、前記設定制御手段の指示に従ってサンプリング毎に該保持する目標位置を出力する目標位置設定手段と、  
前記目標位置設定手段の目標位置の修正値をサンプリング毎に予め保持し、前記設定制御手段の指示に従ってサンプリング毎に該保持する修正値を出力する修正電流設定手段と、

前記サンプリングタイミング毎に、前記目標位置を前記修正値で修正して現在位置との誤差を求め、該位置誤差に基づいて修正後の目標位置に追従するように前記モータに電流を流して位置のフィードバック制御を行う位置制御手段と、を備えたことを特徴とするディスク装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載のディスク装置に於いて、前記電流設定手段は、加速電流と減速電流を出力し、該加速電流の流し始めから減速電流を流し終るまでの時間で決まる電流移行の周期を、前記位置制御手段の周波数帯域より高い共振周波数をもつ前記アクチュエータの共振周波数より高く設定し、更に前記加速電流と減速電流の波形を相似形としたことを特徴とするディスク装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載のディスク装置に於いて、前記電流設定手段は、前記電流波形の周期を、前記位置制御手段の共振周波数より高い共振周波数をもつ筐体の共振周波数より高く設定したことを特徴とするディスク装置。

(2) 特開平 9-139032

坂周より長く設定したことを特徴とするディスク装置。

【請求項 4】 請求項 2 記載のディスク装置に於いて、前記電流設定手段は、前記加速電流と減速電流の最大値の絶対値を同一としたことを特徴とするディスク装置。

【請求項 5】 請求項 3 記載のディスク装置に於いて、前記電流設定手段は、前記加速電流と減速電流との間に電流等の区間を設けたことを特徴とするディスク装置。

【請求項 6】 請求項 2乃至 5 記載のディスク装置に於いて、前記電流設定手段は、前記加速電流と減速電流として三角波状の電流波形を出力することを特徴とするディスク装置。

【請求項 7】 請求項 2乃至 5 記載のディスク装置に於いて、前記電流設定手段は、前記加速電流と減速電流として矩形波状の電流波形を出力することを特徴とするディスク装置。

【請求項 8】 請求項 2乃至 5 記載のディスク装置に於いて、前記電流設定手段は、前記加速電流と減速電流として台形波状の電流波形を出力することを特徴とするディスク装置。

【請求項 9】 請求項 1乃至 8 記載のディスク装置に於いて、前記設定制御手段で設定する短距離コアス制御期間を、シーク距離に応じたサンプリングタイミングの数としたことを特徴とするディスク装置。

【請求項 10】 請求項 9 記載のディスク装置に於いて、指定されたシーク距離が 1トラッキング長の時には、前記設定制御手段で設定する短距離コアス制御期間を 2~6 サンプリングとし、フィードフォワード電流を 1 サンプリングの間に複数回変化させることを特徴とするディスク装置。

【請求項 11】 請求項 10 記載のディスク装置に於いて、指定されたシーク距離が 1トラッキング長の時には、前記加速電流と減速電流として三角波状の電流波形を出力し、加速電流と減速電流との間に電流等の区間を設け、前記設定制御手段で設定する短距離コアス制御期間を 5 サンプリングタイミングとすることを特徴とするディスク装置。

【請求項 12】 請求項 9 記載のディスク装置に於いて、指定されたシーク距離が 1トラッキング長の時には、前記設定制御手段で設定する短距離コアス制御期間を 5~10 サンプリングとし、フィードフォワード電流を 1 サンプリングの間に 1 回変化させることを特徴とするディスク装置。

【請求項 13】 請求項 12 記載のディスク装置に於いて、1トラッキング長のシーク距離の時には、前記加速電流と減速電流として三角波状の電流波形を出力し、加速電流と減速電流との間に電流等の区間を設け、

前記設定制御手段で設定する短距離コアス制御期間を 8 サンプリングタイミングとすることを特徴とするディスク装置。

【請求項14】請求項10乃至14記載のディスク装置において、前記電流設定手段は、前記サンプルタイミン

グとその間に設定した1又は複数のタイミンの各々にて、前記フィードフォワード電流の値を保持し、前記各タイミン毎に該当する電流を出力することを特徴とするディスク装置。

【請求項15】請求項2記載のディスク装置において、前記電流設定手段は、シーク開始タイミンの電流出力が遅延した場合、該遅延時間分の電流を補うように電流値を高くして出力することを特徴とするディスク装置。

【請求項16】請求項2記載のディスク装置において、前記目標位置設定手段は、前記シーク命令に基づいたシーク距離を短くめに修正した修正シーク距離について、前記フィードフォワード電流による目標位置軌道を求めて各サンプルタイミンの目標位置としたことを特徴とするディスク装置。

【請求項17】請求項17記載のディスク装置において、前記目標位置設定手段は、前記シーク命令に基づいたシーク距離を10%以下の範囲で短いシーク距離に修正することを特徴とするディスク装置。

【請求項18】請求項17記載のディスク装置において、前記目標位置設定手段は、前記フィードフォワード電流から求められるシーク移動軌道の各サンプルタイミン毎の目標位置として、シミュレーションにより修正した値を用いることを特徴とするディスク制御装置。

【請求項19】請求項17記載のディスク装置において、前記目標位置設定手段は、前記フィードフォワード電流として、目標位置軌道の各サンプルタイミン毎の目標位置として、キャリアブレンドにより修正した値を用いることを特徴とするディスク制御装置。

【請求項20】請求項19又は20記載のディスク装置において、前記目標位置設定手段は、前記目標位置軌道のうちで、最後のサンプルタイミンの値のみを修正することを特徴とするディスク装置。

【請求項21】請求項2記載のディスク装置において、前記目標位置設定手段は、シーク方向に応じて前記目標位置軌道の各サンプルタイミン毎の目標位置を保持することを特徴とするディスク装置。

【請求項22】請求項2記載のディスク装置において、前記目標位置設定手段は、シーク距離に応じて前記目標位置軌道の各サンプルタイミン毎の目標位置を保持することを特徴とするディスク装置。

【請求項23】請求項2記載のディスク装置において、前記目標位置設定手段は、ディスタ回転に同期したトラック位置変動によるオフセット測定値を全トラックに共通なセクタ位置毎に保持し、シーク開始セクタの前記オフセット測定値と目的セクタの前記オフセット測定値に基づいてシーク命令に基づくシーク距離を修正し、

修正したシーク距離について前記フィードフォワード電流による目標位置軌道を求めて各サンプルタイミンの目標位置を保持したことを特徴とするディスク装置。

【請求項24】請求項23記載のディスク装置において、前記目標位置設定手段は、シーク命令に基づいて、前記目標位置軌道における各サンプルタイミンのシーク距離の目標位置軌道における各サンプルタイミンの目標位置を、シーク開始セクタと目的セクタとのオフセット測定値の比率に応じて修正することを特徴とするディスク装置。

【請求項25】請求項2記載のディスク装置において、前記目標位置設定手段は、ヘッド切替えに対応したオフセット測定値を保持し、ヘッド切替えに伴うシーク命令を受けた際に、前記ヘッド切替えのオフセット測定値で修正したシーク距離について、前記フィードフォワード電流による目標位置軌道を求めて各サンプルタイミンの目標位置を保持したことを特徴とするディスク装置。

【請求項26】請求項25記載のディスク装置において、前記目標位置設定手段は、シーク命令に基づくシーク距離の目標位置軌道における各サンプルタイミンの目標位置を、ヘッド切替えに伴う切替前と切替後のオフセット測定値で修正することを特徴とするディスク装置。

【請求項27】請求項2記載のディスク装置において、前記シーク制御手段は、更に、リード動作のシーク命令を受けた際に、前記短距離コアス制御の終了時点でヘッド位置が予め定められたリード許容誤差範囲内か否か判定し、該リード許容誤差範囲内のときは直ちにリード許可データ復調ユニットに与えることを特徴とするディスク装置。

【請求項28】請求項2記載のディスク装置において、前記シーク制御手段は、更に装置に加わる衝撃を検知するセンサを有し、前記短距離コアス制御期間中に前記センサで衝撃を検知した場合、前記短距離コアス制御の終了直後にリード許可を与えず、前記センサが衝撃を検知しなくなるまで待つてリード許可を与えることを特徴とするディスク装置。

【請求項29】請求項2記載のディスク装置において、前記シーク制御手段は、更に、ライト動作のシーク命令を受けた際に、前記短距離コアス制御の終了後に所定の整定条件を満足するか否か判定し、該整定条件を満足したときにライト許可をデータ復調ユニットに与えることを特徴とするディスク装置。

【請求項30】請求項2記載のディスク装置において、前記シーク制御手段は、シーク命令によるシーク距離が前記所定シーク距離を越えた長距離シーク距離の場合、目標位置までの残り距離にした目標速度に追従させる速度制御を用い、目標位置との残り距離が前記所定距離以下となった場合、前記電流設定手段、目標位置軌道設定手段、及び修正手段による短距離シーク制御を行う切

替制御手段を備えたことを特徴とするディスク装置。

【請求項31】請求項30記載のディスク装置において、前記切替制御手段は、長距離シーク制御から短距離シーク制御への切替時のヘッド速度を検出する速度検出手段と、前記切替時のヘッド速度を等とするフィードフォワード電流1と該フィードフォワード電流2を前記モータに流した時の移動距離1と、各サンプルタイミン毎の位置を求める第1演算手段と、

目標位置までの距離10から前記第1演算手段の移動距離1を差し引いた残り距離12を短距離シーク制御するため各サンプルタイミン毎のフィードフォワード電流2の各サンプルタイミンのフィードフォワード電流2に流した時の目標位置軌道の各サンプルタイミンの位置を求める第2演算手段と、前記第1及び第2演算手段で求めた2種類のフィードフォワード電流および各サンプルタイミン毎の位置を加算する加算手段と、を有し、前記加算手段で得られたフィードフォワード電流10及び目標位置位置に基づいて目標位置までの短距離コアス制御を行うことを特徴とするディスク装置。

【請求項32】請求項2記載のディスク装置において、前記シーク制御手段の短距離コアス制御によるシーク時間の統計情報に基づいて自動的にキャリアブレンドを行うキャリアブレンド手段を設けたことを特徴とするディスク装置。

【請求項33】請求項2記載のディスク装置において、前記キャリアブレンド手段は、前記短距離シーク制御毎に、シーク開始から整定待ち終了までのシーク時間をシーク距離毎に計測して保持する時間測定手段と、

同一シーク距離のシーク時間の確率分布を求め、所定の値を与えるシーク時間を、予め定めた基地時間よりも長い場合にキャリアブレンドを起動する起動手段と、前記起動手段によるキャリアブレンドの起動を受け、所定のキャリアブレンドを実行するキャリアブレンド実行手段と、を設けたことを特徴とするディスク装置。

【請求項34】請求項32記載のディスク装置において、前記キャリアブレンド実行手段は、前記位置制御手段のループゲインを測定し、測定ループゲインが初期設定した基準値から外れていた場合、該基準値にループゲインを補正することを特徴とするディスク装置。

【請求項35】請求項32記載のディスク装置において、前記キャリアブレンド実行手段は、複数のフィードフォワード電流及び複数のフィードフォワード電流の各々に対応した目標位置軌道の設定値を適用して前記短距離シーク制御を行うことでシーク時間を計測し、前記複数のフィードフォワード電流の中で最もシーク時間が短いフィードフォワード電流を選択して前

記電流設定手段に保持させることを特徴とするディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ヘッドを目標位置へ高速に移動させるシーク制御を行うディスク装置に関し、特に、ヘッド位置信号のサンプリング周期が比較的長いセクタサーボを対象に1〜10トラック程度の短い距離のシーク制御を高速に行うディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、磁気ディスク装置等のディスク装置においては、ヘッド切替時間の方がヘッドを1トラック移動する時間、即ち1トラックシーク時間よりも十分に短い。そこで、1トラックを超えて連続するようなデータをアクセスする場合、目的とするシリングアドレスにシークした後、ヘッド切替えによってデータのリード又はライトを行っている。

【0003】しかし、記憶容量の増加に伴ってトラック間隔が狭まることにより、ヘッド間のオフセットが相対的に大きくなり、ヘッド切替えの際に必ずオフセット補正を必要とし、このため、ヘッド切替え時間が1トラックシークのシーク時間と同等もしくはそれ以上になりつつある。更に、ヘッド同士の相対位置は時間とともに変わる可能性があり、シーク時間は一定にはならぬ。【0004】このため、従来は連続してデータを読み書きする時には、ヘッドを切替えながら同一シリング上の異なるディスク面のデータを読み書きしていたが、今後は同じディスク面上のデータを1トラックシークにより順次読み書きした後に、次のディスク面にヘッド切替えにより移行した方が、高速になる可能性がある。図55は一般的なシーク制御について、時間経過に対するヘッド位置の変化を示している。以下の説明におけるシーク時間、コアス時間、整定条件及び整定時間は次のように定義される。まずシーク時間とは、シーク命令を受信してから、ヘッドを目標位置に到達させ、かつ整定条件を満足するまでの時間である。また整定条件とは、シーク後に目標位置からの位置誤差を測定して、以後に位置誤差の許容範囲を越えないことを保証するための条件のことである。

【0005】コアス時間とは、シーク時間に含まれ、ヘッドがシーク開始位置から目標位置へ到達するまでの時間で、整定時間を含まない時間のことである。整定時間とは、目標位置へ到達してから、整定条件を満足するまでの時間のことである。次にシーク時間に影響を与える要因としては、次のものがある。

①ボジション感度

シークを行う際には、現在の位置を正確に取得する必要がある。磁気ディスク装置においては、ディスク媒体上に位置信号、例えば2相サーボ信号が記録されており、トラック間のオフセット量が求まるようになっている。



～9 サンプル周期)とし、フィードフォワード電流を1 サンプルの間に1回変化する。例えば、加速電流と減速電流として三角波状の電流波形を出力し、加速電流と減速電流との間に電流零の区間を設け、設定制御手段5 4で設定する短距離コアス制御期間を8 サンプルタイム (7 サンプル周期)とする。

【0027】FF電流設定手段5 6は、サンプルタイムとそれの間に設定した又は複数のタイミング、例えば1/2 サンプル周期の各々について、フィードフォワード電流の値を保持し、各タイミング毎に算出する電流を出力する。FF電流設定手段5 6は、シーク開始タイミングの電流出力が遅延した場合、この遅延時間分の電流を補うように電流値を高くして出力する。

【0028】目標位置軌道設定手段5 8は、シーク命令に基づいたシーク距離を短かに修正した修正シーク距離について、フィードフォワード電流による目標移動軌道を求めて各サンプルタイム毎の目標位置とする。例えば、シーク命令に基づいたシーク距離を10%以下の範囲で短いシーク距離に修正する。目標位置軌道設定手段5 8は、フィードフォワード電流から求められるヘッド位置軌道の各サンプルタイム毎の目標位置とし、シミュレーションにより修正した値を用いる。また、目標位置軌道設定手段5 8は、フィードフォワード電流から求められる目標位置軌道の各サンプルタイム毎の目標位置として、キャリブレーションにより修正した値を用いる。

【0029】目標位置軌道設定手段5 8は、例えば目標位置軌道のうちで、最後のサンプルタイムの値のみを修正する。目標位置軌道設定手段5 8は、シーク方向に応じて目標位置軌道の各サンプルタイム毎の目標位置を保持する。またシーク距離に応じて前記目標位置軌道の各サンプルタイム毎の目標位置を保持する。

【0030】目標位置軌道設定手段5 8は、ディスク回転に同期したトラッキング位置変動RRO: Rotatable Run Out)によるオフセット測定値を全トラッキングヘッドに共通なセクタ位置毎に保持し、シーク開始セクタのオフセット測定値と目的セクタのオフセット測定値に基づいてシーク命令に基づくシーク距離を修正し、修正したシーク距離

についてフィードフォワード電流による目標位置軌道求めて各サンプルタイムの目標位置を保持する。この場合、目標位置を、シーク開始セクタと目的セクタとのオフセット測定値に応じて修正する。

【0031】目標位置軌道設定手段5 8は、ヘッド切替えに対応したオフセット測定値を保持し、ヘッド切替えを伴うシーク命令を受けた際に、ヘッド切替えのオフセット測定値で修正したシーク距離についてフィードフォワード電流による目標位置軌道を求めて各サンプルタイムの目標位置を保持する。例えば、シーク命令のシーク距離に基づいた位置軌道の各サンプルタイムの目標位置を、ヘッド切替えに伴う切替前と切替え後のオ

フセット測定値に応じて修正する。

50

ョン実行手段が所定のキャリブレーションを実行する。

【0036】キャリブレーション実行手段は、例えば位置制御手段6 4のループゲインを測定し、測定ループゲインが初期設定した最適値から外れていた場合、最適値にループゲインを補正する。またキャリブレーション実行手段は、複数のフィードフォワード電流及び複数のフィードフォワード電流の各々に対応した目標位置軌道の設定値を選択して短距離シーク制御を行うことでシーク時間を計測し、複数のフィードフォワード電流の中で最もシーク時間が短いフィードフォワード電流を選択してFF電流設定手段5 6に保持させる。

【0037】このように本発明は、1～12トラッキング程度の短いシーク距離について、ヘッド位置信号のサンプル数で3～5 サンプルという短時間の制御でコアス制御を終了し、調整時間を含めて10 サンプル程度でシークを完了する。この短距離シーク制御は、FF電流と位置フィードバック制御を合せた制御であり、更に位置制御においては、FF電流による目標位置軌道とその修正値により各サンプルタイムでの目標位置を決めて実位置との位置誤差に応じてモータに電流を流す位置フィードバック制御する。

【0038】FF電流、目標位置軌道、目標位置軌道の修正値は、各サンプル開始時刻からの経過時間、即ち予め定めた各サンプル数分の各サンプルタイミングで生成される。ここで、FF電流の加速電流波形と減速電流波形とが交差する時間は、共振の影響を受けず、また電流がモータ (VCM) のアンプが飽和しない範囲で、できるだけ短く設定する。

【0039】例えば、185.6  $\mu$ s のサンプルシーク間隔をもつディサイン装置の場合、1トラッキングシーク距離について、コアス時間を3 サンプルと設定する。このように極端に少ないサンプル数のコアス時間は、従来の制御では設定することができなかった。また、FF電流と目標位置軌道のみでは、シーク後にオーバーシュート・アンダershootが発生する。この大きさは、シーク方向、シーク距離に依存する。目標位置軌道を理想的な値から意図的にずらすことで、オーバーシュート及びアンダershootを抑制することができる。

【0040】

【発明の実施の形態】

<目次>

1. 装置構成とサーボパターン

2. 短距離シーク制御

3. テーブル作成とキャリブレーション

(1) 製造段階のキャリブレーション

(2) FF波形のキャリブレーション

(3) 運用段階のキャリブレーション

4. 長距離シーク制御の引込み制御

5. 衝撃センサによる監視

6. その他

50

1. 装置構成とサーボパターン

図2は本発明のディサイン装置の構成を示したブロック図である。図2において、ディサイン装置はコントロールユニット10とディサインエンジン12とで構成され、ディサインエンジン12には、スピンドルモータ16により回転されるディスク14が設けられている。ディスク14の上下のデータ面に対しては、ヘッド21、22が設けられている。

【0041】ヘッド21、22としては、リードヘッドとライトヘッドを一体に備えた複合ヘッドが使用される。この内、ライトヘッドはインダクティブヘッドであり、リードヘッドはMRヘッドを使用する。ヘッド21、22はアクチュエータ (以下「VCM」という) 20により、ヘッド21、22をディスク14上の任意のトラック位置に移動できるようにしている。アクチュエータ18としては、通常、VCM20により回転軸を中心にヘッド21、22を移動させるロータリ型のアクチュエータが使用される。

【0042】コントロールユニット10内にはMPU24が設けられ、MPU24に対してはバス4を介してROM26、RAM28が設けられる。ROM26には、MPU24で実行する本発明のシーク制御を含む各種の制御プログラムが格納され、また各種の制御に必要なパラメータも格納されている。またMPU24に対しては、バス4を介してインタフェースコントロールローラ2が接続され、上位のホスト側コントロールとの間でコマンド及びデータのやり取りを行う。

【0043】インタフェースコントロールローラ32に対してはキャッシュRAM30が設けられており、ホスト側コントロール32からのリードまたはライトのアクセス要求に対し、インタフェースコントロールローラ32は、キャッシュRAM30を参照して、もしミスヒットであればMPU24に対してディスク14に対するリードまたはライトのアクセスを要求する。

【0044】更にMPU24に対しては、バス4を介してスピンドルモータドライバ34、VCMドライバ36、リード/ライトユニット42及びサーボデコーダ38が設けられている。スピンドルモータドライバ34はMPU24による指示のもとに、ディスクエンジンローラ12に設けたスピンドルモータ16を一定速度で回転させる。

【0045】VCMドライバ36は、MPU24に設けられているシーク制御部及びシーク完了後の位置決め制御部による制御指示を受けてVCM20に電流を流し、アクチュエータ18の駆動によるヘッド21、22の目的トラック位置に対する位置決め制御を行う。リード/ライトユニット42とサーボデコーダ38に対しては、ヘッドIC40を介して、ディサインエンジン12に設けられているヘッド21、2が接続されている。

50

【0046】リード/ライトユニット42は、リード動作の際にはリード側が有効となりデータ復調回路として動作する。そのときヘッッドIC40で選択されているヘッッド21または22のいずれかより読み出されるディस्क14からのデータ記録部分からの読出信号からリードデータを復調し、RAM28に格納した後、インタフェースコントローラ32を經由してホスト側コントローラにリードデータを転送する。

【0047】またライト動作の際には、リード/ライトユニット42はライト側が有効となり、データ復調回路として動作する。この場合には、ホスト側コントローラからインタフェースコントローラ32を介してRAM28に転送された書込データを、ヘッッドIC40を介して、命令により指定されたヘッッド21または22のいずれかによりディस्क14に書き込む。

【0048】サーボデコーダ38は、ヘッッドIC40で選択されているヘッッド21または22から得られるサーボ読取信号からトラック番号及びヘッド位置値を復調し、MPU24はサーボデコーダ38で復調したトラック番号及びヘッド位置値に基づいて、ディस्क14に対するヘッッド21、22の位置決め制御をVCMドライバ36によるVCM20に対する電流供給により行う。

【0049】図3は、図2のディスクエンクロージャ12に設けたディスク媒体14のトラック記録状態である。ディスク媒体14は両面をデータ面46として形成されている。図3においては、複数のトラックの内、データ面46上には、同心円状に複数のトラックが形成されている。図3においては、複数のトラックの内、トラック48i、48i+1の2本を代表して示している。トラック48i、48i+1は、円周方向に一定の間隔を置いてサーボフレーム50i、50i+1を設けている。

【0050】サーボフレーム50i、50i+1は、図4に取り出して示すように、サーボマーク51、トラックアドレス52、4種類A、B、C、Dのサーボパターン53を円周方向に記録している。サーボマーク51はサーボフレームの開始位置を示す。トラックアドレス52は、例えばグレーコード等によりトラック番号を記録している。

【0051】サーボパターン53は、ディスク半径方向についてパターンA、Bを1トラックずつ交互に記録し、またパターンC、Dも同様に1トラックずつ交互に記録し、パターンA、BとパターンC、Dでは0.5トラックずらしている。このようなサーボパターン53から得られたパターンA、B、C、Dの4つのパターン読取信号に基づいて、右側のように、パターンAとBの差からヘッッド位置値Nを復調し、同時にパターンCとDの差からヘッッド位置値Qを復調する。

【0052】ヘッッド位置値N、Qは0.5トラック位相のずれた信号であり、通常、2相サーボ信号と呼ばれる。即ち、ヘッッド位置値Nはトラック番号i、i+

1、i+2で示すトラックセンタを中心に、ヘッッド21の半径方向の位置に対し異なった極性で周期的に変化し、トラック境界部分で飽和した特性となる。これに対しヘッッド位置信号Qは、トラック境界を0次として、ヘッッド21の移動方向に於いて正または負に周期的に変化する特性であり、トラックセンタで飽和した信号となる。このため、トラックセンタを中心とした所定範囲ではヘッッド位置信号Nを使用し、ヘッド境界部分ではヘッッド位置信号Qを使用することで、全トラック範囲に亘りヘッッド位置を示すヘッッド位置値を得ることができ、

【0053】本発明のディस्क装置にあっては、図4のサーボフレームが、図3のようにトラック上に周期的に記録されており、サーボフレームの間がデータ領域として使用される。このようなサーボフレームの記録をセクタサーボあるいは埋込みサーボと呼ぶ。セクタサーボのディस्क装置にあっては、図3のように、トラック上に周期的にサーボフレーム50i、50i+1が記録されているため、サーボフレームの読取信号から得られるヘッッド位置値はディस्क14の回転数と1トラック当たりのサーボフレームの数に依存した周間で間欠的に得られる。

【0054】例えば、ディस्क14の回転数を5400rpm、1トラック当たりのサーボフレームの数を60フレームとした場合、ヘッドから読み取られるヘッッド位置信号の周波数は18.5、6μs間隔となる。このため図2のMPU24にあっては、サーボデコーダ38より18.5、6μsの周期間隔でヘッッド位置信号が得られることから、この周波数をサンプリング周波数としてヘッッド位置信号を取り込み、サーボ制御やオントラック制御などのヘッッド位置決め制御を行う。

【0055】本発明のディस्क装置にあっては、サーボ命令による目標位置に対し現在位置からのシーク距離が例えば13トラック以上の場合には通常のシーク制御を行う。これに対しシーク距離が12トラック以下の短いシーク距離の場合には、本発明により提供されるフィードフォワード装置、目標位置軌道及び目標位置修正を用いた位置フィードバック制御による3～6サンプル程度の短いコアス期間で短距離シークを行うようにしている。

【0056】ここでシーク距離が13トラック以上となる通常のシーク制御とは、目標位置に対する現在位置からの残りトラック数に応じて読み出した速度制御パターンに従って、加速、定速、減速の速度制御を行い、速度制御の最終段階による減速中に、目標位置に対し所定トラック範囲に入ったときに位置制御に切り替えるシーク制御を行う。

2. 短距離シーク制御  
図5は、本発明のディस्क装置で例えば12トラック以下の短距離シークを行うためのシーク制御部の機能構成ブロック図である。本発明の短距離シーク制御は、フ

ィードフォワード電流（以下「F電流」という）、位置制御部、目標位置軌道及び目標位置軌道の修正という4つの制御要素を組み合わせた制御を行う。またシーク距離に応じてシーク開始位置から目標位置にヘッドが到達するまでの期間、即ちコアス期間が3～5サンプルの範囲で予め決められた制御を行う。

【0057】図5において、短距離制御を行うためのシーク制御部は、設定制御部54、F電流設定部56、目標位置軌道設定部58、修正値設定部60、加算点62、位置制御部64、加算点66、及びVCM20を用いたアクチュエータ18で構成される。F電流設定部56には、製造段階での設計値及び後の説明で明らかにするシミュレータを用いたキャリブレーションにより決まるサンプルタイミングごとに最適なF電流の値が格納されている。そして、設定制御部54に対するシークコマンド及びサンプルタイミングに基づいて、対応するF電流値を選択して、各サンプルタイミングごとに加算点66に出力してアクチュエータ18に電流を流す。

【0058】目標位置軌道設定部58には、F電流設定部56に設定したF電流をアクチュエータ18のVCM20に流したときのヘッドの目標位置軌道が各サンプルタイミングごとの位置として予め記憶されている。そして、設定制御部54に対するシークコマンド及びサンプルタイミングに基づき、各サンプルタイミングごとに目標位置として加算点62に出力する。

【0059】修正値設定部60には目標位置軌道設定部58に記憶している目標位置軌道の各位の値を修正する目標位置軌道修正値が予め記憶されている。この目標位置軌道修正値は、F電流と目標位置軌道のみによる制御ではシーク後にオーバーシュートやアンダーシュートが発生することから、オーバーシュートやアンダーシュートが発生しないように目標位置軌道を理想的な値から意図的にずらすことで、オーバーシュート及びアンダーシュートを抑制できるようにしている。

【0060】この軌道修正値そのものは、装置製造段階での後の説明で明らかにするシミュレータを用いたキャリブレーションにより最適値が決められて予め記憶される。位置制御部64は通常の位置フィードバック制御を行うもので、加算点62に対する目標位置軌道修正値により修正された目標位置とフィードバックされた実際のヘッド位置との偏差を、位置制御部64に設定したループゲインに従って増幅した後に加算点66に与える。更に、F電流設定部56から別個に供給されているF電流と合成してアクチュエータ18に電流を流し、加算点66の総電流が常に0となるようにフィードバック制御する。

【0061】図6は、図5のF電流設定部56、目標位置軌道設定部58及び修正値設定部60の具体的な実施例である。図6において、シーク方向に応じてフィードフォワード74-1とリバース74-2が設

けられる。フィードフォワード74-1、リバース74-2は、例えば図7にフィードフォワード74-1を代表して示すように、シーク距離とサンプルタイミングの順番を示すサンプル番号をパラメータとして、修正値Kは、第1F電流F1i及び第2F電流F1jの値を格納している。

【0062】ここで、iはシーク距離1～12であり、jはサンプル番号1～5を表わしている。またサンプル番号は、サンプルタイミングの順番に対応している。更に、74-1には、最初のサンプルタイミングから最後に、74-2には、最後のサンプルタイミングまでのサンプル番号を登録しており、また目標位置はシーク距離そのものになることから、ターゲット数は行っていない。

【0063】これら修正値、第1F電流及び第2F電流は、後の説明で明らかにする装置製造段階におけるシーク制御のキャリブレーションによって最適値が決められ、図示のようにテーブルデータとして例えばROM26に予め保持されている。図7のフィードフォワード74-1のデータは、本発明が対象とする短距離シークの1～12トラックについて準備されている。ここでシーク距離とコアス期間を決めるサンプル数の関係は、図8のようになる。

【0064】図8において、シーク距離が0.1～4トラックの場合には、特性11.8に示すようにサンプル数は3とす。シーク距離が5～8トラックについては、特性12.0のようにサンプル数を4とす。シーク距離が9～12トラックについては、特性12.2のようにサンプル数を5としている。シーク距離が13トラック以上についてはサンプル数6以上の特性12.4となり、これについてはサンプル数6以上の特性12.4となり、この特性は目標位置に対するトラックディファレンスに依りて目標速度を算み出して速度制御する従来のシーク制御の領域となる。

【0065】再び図7を参照するに、フィードフォワード74-1における第1F電流は、例えばシーク距離1、サンプル番号1～3の場合を例にとると、サンプルタイミングごとに第1F電流F11～F13を出力する。これに対し第2F電流F11～F13は、ヘッド位置信号が得られていないサンプル間隔の中間の1/2位置で発生するF電流を保持している。

【0066】このため、F電流の出力については1/2サンプル間隔ごとに行われることで、例えばサンプル数3の場合には毎6回のF電流の出力が行われることになる。これに対し修正値K11～K13を使用した目標位置軌道の発生は、サンプル番号1、2、3で決まるサンプルタイミングごとに行われ、合計3回の位置制御を行うこととなる。

【0067】再び図6を参照するに、フィードフォワード74-1、リバース74-2に対しては、レジスタ68によりターゲットポイントとしてフィード

ード74-1とリバース74-2が設



リバース 70 及びジーク距離 72 の各情報が入力される。フォワード/リバース 70 のジーク方向を示す情報は、ジーク命令の解釈でセットされる。ジーク距離 72 は、ジーク命令による目標位置とジーク開始時の現在位置との差で与えられる。

【0068】このレジスタ 68 にセットした値により、ワードデータ 74-1 またはリバースデータ 74-2 のいずれか一方を指定し、指定したワードデータのジーク距離に応じた配内内容をデータ出力データ 78 として読み出す。ここでデータ出力データ 78 の第 1 F F 電流及び第 2 F F 電流は、フォワードデータ 74-1 またはリバースデータ 74-2 のものをそのまま使用するが、目標位置軌道については、修正演算でデータ出力データ 78 から読み出した修正値 K を使用した修正演算で求める。

【0069】修正演算部 76 は、各サンプリングごとの目標位置軌道を  
目標位置軌道 = 目標位置 + (ジーク距離 × 修正値 K(i))  
として算出している。この修正演算部 76 で算出された各サンプリング番号、即ちサンプリングタイミングの目標位置軌道の値が、P11、P12、・・・としてデータ出力データ 78 にセットされる。なおデータ出力データ 78 は、RAM 28 上の適宜の領域にデータ出力データ 78 に 104 バッパされる。

【0070】修正演算部 76 の演算に使用されるジーク距離は、ジーク距離修正処理部 90 及びヘッド切替修正処理部 100 で修正された修正ジーク距離を使用する。ジーク距離修正処理部 90 は、ディスタンスの回転同期ランアウトに対する変動に対しジーク距離を補正する。図 9 はジーク距離修正処理部 90 の具体例であり、回転同期ランアウトデータ 132 を備えている。回転同期ランアウトデータ 132 は、全トラッキングについて共通のセクタ番号をインタクトとして各セクタ番号におけるトラッキングからの回転同期ランアウトによるオフセットを保持している。このオフセットは、ディスタンスの全トラッキングの同一セクタ番号について、測定した値の平均値を使用する。

【0071】図 10 は、回転同期ランアウトデータ 132 に使用されるオフセット測定の様子を示している。いま、トラッキング 48 i から開始するトラッキング 48 i+1 に 1 トラッキングを行う場合、各トラッキングについて相対的な回転同期ランアウトによるトラッキング位置の変動があったとする。この場合、ジーク距離 134 と 136 では、同じジーク時間 T であっても回転同期ランアウトが異なるによりジーク距離が異なる。

【0072】このため、理想的なジーク距離である 1 トラッキングに対し、例えばジーク距離 134 は 1 トラッキング以下の短いジーク距離となり、これに対しジーク距離 136 の場合には 1 トラッキングを超えた長いジーク距離となる。この回転同期ランアウトによる変動の軌道の様子

は、例えば図 56 (A) に示したようになる。そこで本発明にあつては、ディスタンスの全トラッキングのセクタ番号 01-60 について各々 1 トラッキングの制御を行う。また、オフセットを測定し、同一セクタ番号のオフセットを平均化して、図 9 の回転同期ランアウトデータ 132 を作成している。

【0073】回転同期ランアウトデータ 132 に対しては、開始セクタ 84 をセットするレジスタ 126、目的セクタ 86 をセットするレジスタ 128、セクタ 130 によるデータ出力ポインタの設定機構が設けられている。即ち、レジスタ 126 に開始セクタ 84 をセットし、これをセクタ 130 で選択して回転同期ランアウトデータ 132 の該当するセクタ番号からオフセットを読み出して、開始セクタオフセット 134 を求める。

【0074】続いてセクタ 130 を切り替えて、セクタ 128 の目的セクタ 86 による回転同期ランアウトデータ 132 のセクタ番号の指定で対応するオフセットを目的セクタオフセット 136 として読み出す。演算部 138 は、回転同期ランアウトデータ 132 から読み出した開始セクタオフセット 134 と目標セクタオフセット 136 を使用し、ジーク命令に基づいたジーク距離 82 を修正する。

【0075】具体的には、ジーク命令で指定されたジーク距離 82 から各オフセットを差し引くことで修正ジーク距離 92 を求め、これを図 6 のヘッド切替修正処理部 100 に供給する。図 6 のヘッド切替修正処理部 100 は、ヘッド切替を伴う短距離ジークの際にジーク距離の修正を行う。例えば図 11 に示すように、ヘッド切替修正処理部 100 には図 11 に示すように、ヘッド切替が設けられている。この実施例にあつては、図 2 のディスタンスクロック 12 の 2 つのヘッド 21、22 を使用していることから、ヘッドオフセットデータ 142 は、現在ヘッドをヘッド番号 01、目的ヘッドをヘッド番号 02 としたときのオフセットと、逆に現在ヘッドをヘッド番号 02、目的ヘッドをヘッド番号 01 としたときのオフセットが記憶されている。

【0076】このヘッドオフセットデータ 140 の各オフセットは、任意の測定トラッキングに位置決めしている状態でヘッド切替を行って生じたオフセットを使用する。実際の測定は、ディスタンスの全トラッキングについてヘッド切替を行ってオフセットを求め、その平均値をヘッドオフセットデータ 140 に格納する。ここで、ヘッド番号 01 から 02 に切り替えたときのオフセットとヘッド番号 02 から 01 に切り替えたときのオフセットは、オフセット量は同一で符号が逆になるからである。

【0077】オフセットデータ 140 に対しては、レジスタ 138 により現在ヘッド番号 96 と目的ヘッド番号 98 がセットされ、これら 2 つのヘッド番号を使用し、ヘッドオフセットデータ 140 のアークセクタで、対応するオフセットを読み出して演算部 142 に出力する。

演算部 142 には、図 6 のジーク距離修正処理部 90 で修正された修正ジーク距離 92 が入力され、これをオフセットデータ 140 から読み出したオフセットを加えることで修正して、修正ジーク距離 102 を求め、図 6 の修正演算部 76 に与える。

【0078】もちろん、ヘッド切替を行わない短距離ジークについては、ヘッド切替修正処理部 100 の修正は行われず、ジーク距離修正処理部 90 で修正された修正ジーク距離 92 がそのまま修正演算部 76 に与えられる。修正演算部 76 の演算を経て最終的に得られたデータ出力データ 104 は、サンプリングタイミング 106 に同期してサンプリング数 1、2、・・・の順番に順次レジスタ 108 に書き込まれる。このうち目標位置 110 及び第 1 F F 電流 112 は各サンプリングタイミングごとに図 5 の加算部 62 及び加算部 66 に供給される。

【0079】第 2 F F 電流 114 についてはサンプリング間の 1/2 サンプル周のタイミングで図 5 の加算部 66 に出力される。この第 1 F F 電流 112 と第 2 F F 電流 114 はセクタ 116 により選択され、セクタ 116 はサンプリングクロック 106 の 1/2 周期ごとに切り替えられてサンプリングタイミングで第 1 F F 電流 112 を出力し、1/2 サンプル周期経過したタイミングで第 2 F F 電流 114 を出力する。

【0080】図 112 は、図 5 におけるジーク距離を 1 トラッキングとするジーク命令を受けたときのサンプリングクロック、F F 電流、目標位置軌道と目標位置軌道修正、更にそのときのヘッド軌道のタイミングチャートである。1 トラッキングのジーク命令については、図 12 (A) のように 3 サンプル周の短距離ジーク期間が設定され、ジーク開始時のサンプリングクロックのクロック番号を 1 とすると、3 サンプル周でクロック番号 1、2、3、4 の 4 つのサンプリングタイミングが作られる。更に F F 電流について、1/2 サンプル周で制御タイミングが作られる。したがって全体としての制御タイミングは、図 12 (B) に示すように、時刻 t1-t7 の 7 回となる。

【0081】このような制御タイミング t1-t7 に対して、図 12 (C) のように F F 電流 146 が出力される。F F 電流 146 としては三角波状の電流波形を使用しており、前半の制御タイミング t1-t4 の加速電流 148-1 と後半のタイミング t4-t7 の減速電流 148-2 となっている。このような F F 電流 146 の加速電流 148-1 と減速電流 148-2 で 1 つの波形周期を構成し、これは 3 サンプル周期数で決まるサンプリング数 4 のコアス時間を意味している。

【0082】図 12 (D) は、図 12 (C) の F F 電流 146 を VCM 図 21 に流したときの理想的な目標位置軌道 150 であるが、本発明にあつては、これを修正値により修正して破線の目標位置軌道修正 152 としている。このような目標位置軌道修正 152 により、図 12 (E) のように、3 サンプル周の期間でヘッドを 1 ト

ラッキング移動して目標位置に生成させるヘッド軌道 154 となる短距離ジーク制御を実現することができる。【0083】即ち、図 12 (C) の F F 電流 146 による制御タイミング t1-t7 での電流出力と、図 12 (D) の目標位置軌道修正 152 の制御タイミング t1、t3、t5、t7 における目標位置の設定による位置フィードバック制御の合成により、僅か 3 サンプル周という短時間でヘッドを目標位置に制御して目標位置に生成させるジーク制御が実現されている。

【0084】図 13 は、図 2 の MPU 24 による本発明のディスタンスのジーク制御のフローチャートである。まずステップ S1 で、上位のホスト側コントローラよりジーク命令を受信する。このジーク命令には、コマンドパラメータとして目標位置、ヘッド番号、リード/ライント種別が指定されている。続いてステップ S2 で、目標位置と現在位置から理想的なジーク距離を計算する。

【0085】理想的なジーク距離とは、目標位置のトラックアドレスと現在位置のトラックアドレスとの差で与えられるトラック数を意味する。次にステップ S3 で長距離ジークか否かをチェックする。ここでジーク距離が 1 トラッキング以下であった場合には短距離ジークであることから、ステップ S4 に進み、図 5 に示した F F 電流、目標位置軌道、目標位置軌道修正及び位置制御による本発明の短距離ジーク制御を行う。

【0086】ステップ S5 については、ジーク距離に応じて設定したフィードバック時間の終了の有無、即ち所定のサンプリング数の終了を監視しており、処理終了を判断するとステップ S6 に進み、リードジークか否かを判断する。もしリードジークであればステップ S7 に進み、予め定めたリード許可範囲にヘッド位置が入っていない、直ちにステップ S8 でリード/ライントユニット 42 に対しリード許可を与え、ステップ S9 で通常のトラッキングセンタに対するトラッキング追従制御に入る。

【0087】一方、ステップ S6 でリードジークでなかった場合、即ちライントジークであった場合には、ステップ S10 に進み、予め定めた厳密判定処理を行う。この厳密判定処理は、コアス時間経過後に次の 4 つの条件を満足するかどうかで判定される。

①現在の位置軌道の絶対値が 0.1 トラッキング以下  
②現在位置と 1 サンプル前の位置の差の絶対値が 0.05 トラッキング以下  
③現在の位置軌道を 2 倍した値から 1 サンプル前の位置軌道を引いた値の絶対値が 0.11 トラッキング以下  
④前記の 3 つの条件 ①-③ を全て満足する状態が 4 サンプル続くこと  
ステップ S10 でのような厳密判定条件が成立すると、ステップ S11 に進み、ヘッドがライント許可範囲にあることを判定し、ステップ S12 でリード/ライントユニット 42 のライントユニット側にライント許可を与え、後、ステップ S9 で通常のトラッキング追従制御に入る。









【0149】図40 (A) ~ (E) は、図40 (A) のサンプリングクロックと共に、図40 (B) ~ (E) と同様、矩形波 F F 電流について、2 サンプル周期、3 サンプル周期、4 サンプル周期、及び 5 サンプル周期の各 F F 電流 196、198、200、202 を示している。

図41 (A) ~ (E) は、図41 (A) のサンプリングクロックに対し、図41 (B) ~ (E) は、図41 (A) に台形状の F F 電流波形について、2 サンプル周期、3 サンプル周期、4 サンプル周期、5 サンプル周期のそれぞれの F F 電流 204、206、208、210 を示している。

【0150】図42は、図42 (A) の 2 サンプル周期のサンプリングクロックに対し、図42 (B) (C) (D) のそれぞれに、途中に 0 区間 214 をもった三角形 F F 電流 212、矩形 F F 電流 216 及び台形 F F 電流 218 を示している。図43 (A) は、途中に 0 区間を設けない場合の矩形 F F 電流 220 であり、前半の加速電流と後半の加速電流の面積が同じにならない。これに対し、図43 (B) のように途中に 0 区間 228 を設けた場合は、波線の理想的な矩形電流波形に対し実際の実際の電流波形 226 の相違が前半の加速電流と後半の減速電流と同じになり、加速電流と減速電流の相似性を確保することができ、

【0151】したがって、F F 電流の波形歪みによって前半の加速電流と後半の減速電流が相似にならない場合には、図42 (B) ~ (D) に示すような途中に 0 区間をもった三角形、矩形または台形の F F 電流を使用することが望ましい。図44は、本発明のシーケンス制御による 1 サンプル周期において、F F 電流を 1 サンプル周期に 1 回変化する場合は F F 電流波形を示す。図44 (A) のサンプリング周期のサンプリングクロックに対し、例えば 5 ~ 10 サンプルタイミング (4 ~ 9 サンプル周期) を使用する。図44 (A) (B) は、5 サンプルタイミング (4 サンプル周期) の場合であり、矩形 F F 電流 20、等区間をもつ台形 F F 電流 42 を使用する。三角形 F F 電流 42 4 の場合は、図44 (D) のように、7 サンプルタイミング (6 サンプル周期) となる。これに等区間を設けた三角形 F F 電流 42 6 は、図44 (E) により、8 サンプルタイミング (7 サンプル周期) となる。

【0152】以上のような製造段階でのキャリブレーションの最終目標は、シーケンス時間を最短とするように調整することである。シーケンス時間は図33 (A) のライントーク、図33 (B) のリードシークに示したように、エラーレートと測定することで正確に比較することができ、したがって、キャリブレーションの最終段階で行う目標位置軌道の修正について、行った修正が最良か否かを判断するためにエラーレートを測定し、エラーレートが一定の値でのシーケンス時間を求めれば、最適な目標位置軌道の修正値を決定することができる。

(3) 運用段階のキャリブレーション

ループゲインが製造段階で設定された正しいループゲインの値に一致しているか否かを比較し、不一致の場合にはループゲインがずれていることから、正しい値にループゲインを補正する。

【0158】ループゲインの補正処理が済んだらばステップ S7 に進み、F F 電流の調整を行う。図47は、図45のステップ S7 で行う F F 電流の調整処理のフローチャートである。この F F 電流の調整を可能とするため、本発明のディスタンス装置には、ROM に予め図39 (B) ~ (E)、図40 (B) ~ (E)、及び図41 (B) ~ (E) のそれぞれに示した三角波、矩形波、及び台形状の F F 電流をサンプル数 3、4、5、6 ごとに予め記憶しているものとする。

【0159】図47の F F 電流の調整にあつては、まずステップ S1 で三角波、矩形波、台形状の 3 種類の内の特定の電流波形を選択し、ステップ S2 で、選択した F F 電流とこれに対応する目標位置軌道に基づいて、例えば 1、0 トラッキングのシーケンス制御を行い、ステップ S3 でシーケンス時間を計測する。この場合のシーケンス制御とシーケンス時間の計測は、図48のフローチャートのように、全トラッキングの全セクタについてシーケンス時間を測定して、その平均値を算出する。

【0160】即ち、図48のシーケンス時間計測処理にあつては、まずステップ S1 で所定のシーケンス開始トラッキングシークした後に、ステップ S2 で、そのトラッキングの開始セクタが否かチェックし、予め指定した開始セクタに達すると、ステップ S3 で、予め指定したトラッキング数分のシーク例えば 1、0 トラッキングシークを行い、ステップ S4 で、そのシーケンス時間を測定する。

【0161】1 セクタ分のシークが済むと、再びステップ S5 で元の開始トラッキングに戻し、ステップ S6 で全セクタのシーケンス時間の計測を終了するまで、ステップ S7 で開始セクタを 1 つアプシフトしながら、ステップ S2 ~ S5 の処理を繰り返す。ステップ S6 で全セクタのシークの計測が終了すると、ステップ S8 に進み、全トラッキングの計測を終了したか否かチェックし、終了していない場合には、ステップ S9 でシーク開始トラッキングを 1 つアプシフトし、ステップ S2 からの処理を繰り返す。

【0162】全トラッキングの計測が終了するとステップ S10 に進み、測定されたシーク時間から平均シーク時間を算出する。なお全てのトラッキングの全セクタについてシーク時間の計測を行うことは処理に時間がかかることから、例えば特定のトラッキングを指定して全セクタのシーク時間を計測して、その平均シーク時間を算出するようにしてもよい。

\* 1  $\geq$  (基準範囲内でのシーク時間の回数) / 2 > 0、5  
2  $\geq$  (基準範囲外でのシーク時間の回数) / 2 > 0、5  
となる n、m を求め、ある定数 M0 を定め、  
 $n \geq m + M0$   
となる条件を比較判定してもよい。

\* 【0163】再び図47を参照するに、ステップ S3 でシーク時間の計測が終了したならば、ステップ S4 に進み、全ての波形についてのシーク時間計測処理が済んだか否かチェックし、済んでいなければステップ S5 で次の F F 電流を選択して、ステップ S2 からの処理を繰り返す。ステップ S4 で全波形のシーク時間の計測が終了したならば、ステップ S6 で、最小となるシーク時間の F F 電流を選択する。

【0164】続いてステップ S7 で、選択した F F 電流の最小時間が所定の基準時間以下か否かチェックする。基準時間以下であればステップ S8 に進み、最小時間となる選択された F F 電流の波形を最適波形として登録する。一方、ステップ S7 で基準時間を超えている場合は、F F 電流の選択ではシーク時間に改善が見られないことから、ステップ S9 に進み、最小時間となった F F 電流の周期を変化させ、ステップ S10 で、周期を変化させた F F 電流と目標位置軌道を使用したシーク制御を行って、ステップ S11 でシーク時間を計測する。

【0165】この場合のシーケンス制御によるシーク時間の計測も、図48のフローチャートに従って全トラッキングの全セクタについて行ってシーク時間の計測結果の平均値を使用する。ステップ S11 でシーク時間の計測が済んだらば、再びステップ S7 に戻り、波形周期を変えたことによるシーク時間が基準時間以下か否かチェックする。

【0166】基準時間以下であればステップ S8 に進み、周期を変化させた波形を最適な F F 電流として登録する。なおステップ S9 における波形周期の変化は、基準の共振周波数を考慮し、共振周波数にあまり近付けない範囲で変化させる必要がある。ここで図45の自動キャリブレーションにあつては、シーク時間を計測し、各シーク距離におけるシーク時間の回数の確率分布からキャリブレーションの必要性を判断しているが、各シーク距離のシーク時間の計測結果から図33 (A) (B) に示したようなライントーク及びリードシークのシーク時間に対するエラーレートのカーブを求め、エラーレートカーブが予め定められた許容範囲を超えた場合にキャリブレーションを実行するようにしてもよい。

【0167】また別のキャリブレーションの判断として、この基準シーク時間の基準シーク時間を定め、この基準シーク時間をオーバーする割合を求め、オーバーする割合が所定値を超えたときにキャリブレーションを行うようにしてもよい。この場合、基準シーク時間をオーバーする割合を求める際に、全回数でオーバーした回数を単純に割算してもよい。更に、割算の代わりに

1  $\geq$  (基準範囲内でのシーク時間の回数) / 2 > 0、5  
2  $\geq$  (基準範囲外でのシーク時間の回数) / 2 > 0、5  
【0168】この条件を満足する場合には、エラーレートが 1 / 20 M0 以下であることが保証できる。このように基準値よりも大きいかわりかをキャリブレーションの



目標位置軌道の修正値を設定させてよい。

【0186】更に上記の実施例は、ディスク媒体の回転速度が5400rpm、1トラック当たりのサーボフレームを60フレームとしてサンプリング周期185.6μsとした場合を例にしているが、サンプリング周期はディスクの回転数と1トラック当たりのサーボフレームの数により適宜に決まる値であり、実施形態の数値による限定は要しない。

【0187】

【発明の効果】以上に説明してきたように本発明によれば、シーク命令による12トラック以下の短距離シークは、望ましくは1〜4トラック程度の短距離シークの回いて、機械共振、シーク距離の差、シーク方向の差、回転同期ランアウト及び回転同期ランイン等の影響を受けることなく、高速なシーク制御が実現できる。特に1トラックや2トラックなどの短い距離のシーク制御においては、コアス時間を4サンプル(3サンプル周期)、整定を含めたシーク時間を10サンプル(9サンプル周期)程度に抑えることができ、セクタサーボによってヘッド位置信号が得られるサンプル周期が長くなってディスク装置であっても、高速なシーク制御を実現することができる。

【0188】更に、本発明の1、2トラック等の短い距離のシーク制御は、長い距離のシーク制御を行う速度制御に依った通常速度制御の目標位置への引込み制御に組み合わせて、速度制御によるシーク制御の整定を高速に実現することができる。更に、装置の運用段階において、シーク時間が所定した性能を下回るような場合について、自動的にキャリブレーションを実行して最適シーク条件に回復させることができ、装置の安定的な性能保証が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理説明図

【図2】本発明のディスク装置の構成図

【図3】ディスクのサーボフレームの説明図

【図4】サーボフレームと復調されるヘッド位置信号の説明図

【図5】本発明の短距離シーク制御の基本構成のブロック図

【図6】図5のFF電流、目標移動軌道及び軌道修正の設定処理の実施形態のブロック図

【図7】図6のフォワードテーパーの説明図

【図8】本発明によるシーク距離とサンプル数の対応の説明図

【図9】図6のシーク距離修正処理部のブロック図

【図10】回転同期ランアウトとシーク距離の関係の説明図

【図11】図6のヘッド切替修正部のブロック図

【図12】図5の短距離シーク制御のタイムチャート

【図13】図2のシーク制御の全体処理のフローチャート

目標位置軌道を予測して位置制御するマルチレート制御のタイムチャート

【図39】サンプル数に対する三角波FF電流波形の説明図

【図40】サンプル数に対する方形波FF電流波形の説明図

【図41】サンプル数に対する台形波FF電流波形の説明図

【図42】途中に零区間を設けたFF電流波形の説明図

【図43】零区間の有無によるFF矩形波電流と電流の定みとの関係の説明図

【図44】1サンプル間に1回電流を変化させる場合のFF電流波形の説明図

【図45】装置の運用段階で行う自動キャリブレーションのフローチャート

【図46】図45のシーク時間の計測で使用する計測パツファの説明図

【図47】図45のFF波の調整処理のフローチャート

【図48】図47で行うシーク時間計測処理のフローチャート

【図49】通常の長距離シークの引込み制御に本発明を適用した実施形態のブロック図

【図50】図49のシーク制御のフローチャート

【図51】図49の切替制御部によるFF電流と目標位置軌道の算出処理の説明図

【図52】図49の切替制御部による引込み制御のフローチャート

【図53】衝撃センサを用いた本発明の実施形態のブロック図

【図54】衝撃センサを用いたシーク制御のフローチャート

【図55】シーク時間、コアス時間、整定時間の定義の説明図

【図56】従来装置の回転同期ランアウト及び回転同期ランアウトを計測した結果の説明図

【図57】従来装置のトラッキング間隔の算出値を計測した結果の説明図

【符号の説明】

10: コントローラユニット

12: ディスクエンクロージャ

14: ディスク

16: スピンドルモータ

18: アクチュエータ

20: ボイスコイルモータ (VCM)

21, 22: ヘッド

24: MPU

26: ROM

28: RAM

30: キャッシュRAM

32: インタフェースコントローラ

34: スピンドルモータドライバ

36: VCMドライバ

38: サーボコントローラ (サーボ復調回路)

42: リード/ライトユニット (データ復調回路/データ変調回路)

44: バス

46: データ面

48i, 48i+1: トラック

50i, 50i+1: サーボフレーム

51: サーボマーク

52: トラックアドレス

53: サーボパターン

54: 設定制御部

56: FF電流設定部 (フィードフォワード電流設定部)

58: 目標位置起動設定部

60: 修正値設定部

62, 66, 282: 加算点

64: 位置制御部

74-1: フォワードテーパー

74-2: リバーステーパー

76: 修正演算部

80: テーパー修正部

90: シーク距離修正処理部

100: ヘッド切替修正処理部

132: 回転同期ランアウトテーパー

138, 142: 演算部

140: ヘッドホフセットテーパー

146: FF電流

148-1: 加速電流

148-2: 減速電流

150: 目標位置軌道

152: 目標位置軌道修正

154: ヘッド軌道

270: 衝撃センサ

272: 長距離シーク制御部

274: 速度検出部

275: 切替制御部

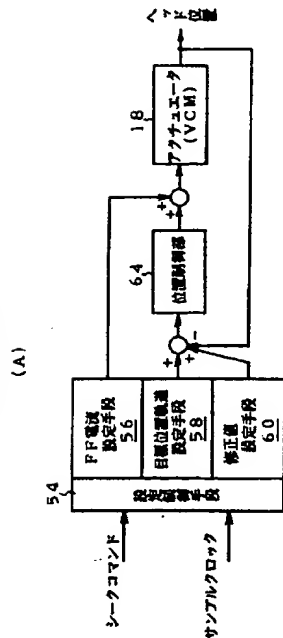
276: 第1演算部

278: 第2演算部

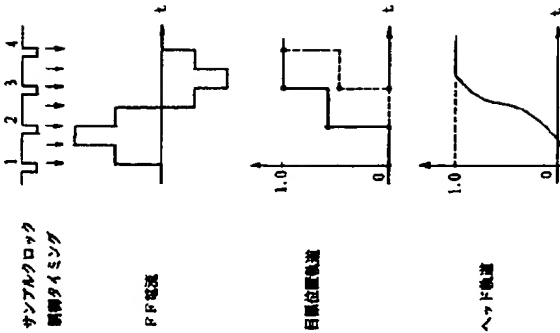
280: 加算部

【図 1】

本発明の原理説明図

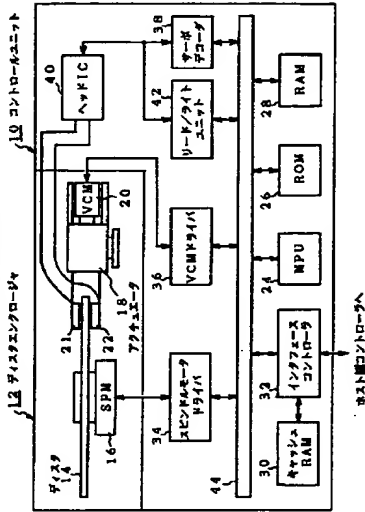


(B)



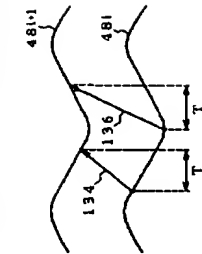
【図 2】

本発明のディスク装置の構成図



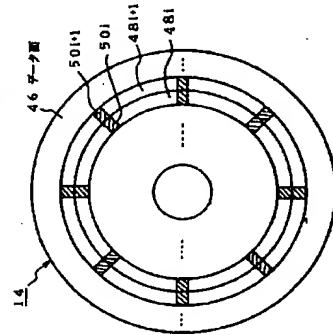
【図 10】

回転速度ランアウトとシーク距離の検出の原理図



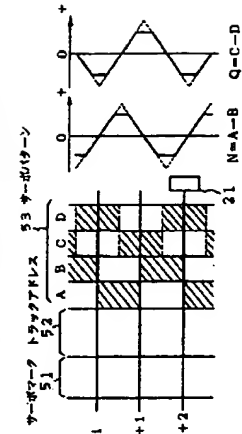
【図 3】

ディスクのサーボフレームの構成図



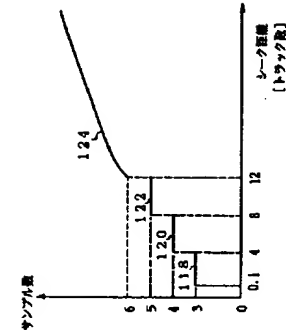
【図 4】

サーボフレームと位置検出されるヘッド位置信号の原理図



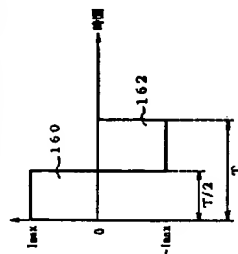
【図 8】

本発明によるシーク距離とサンプリング数の対応の原理図



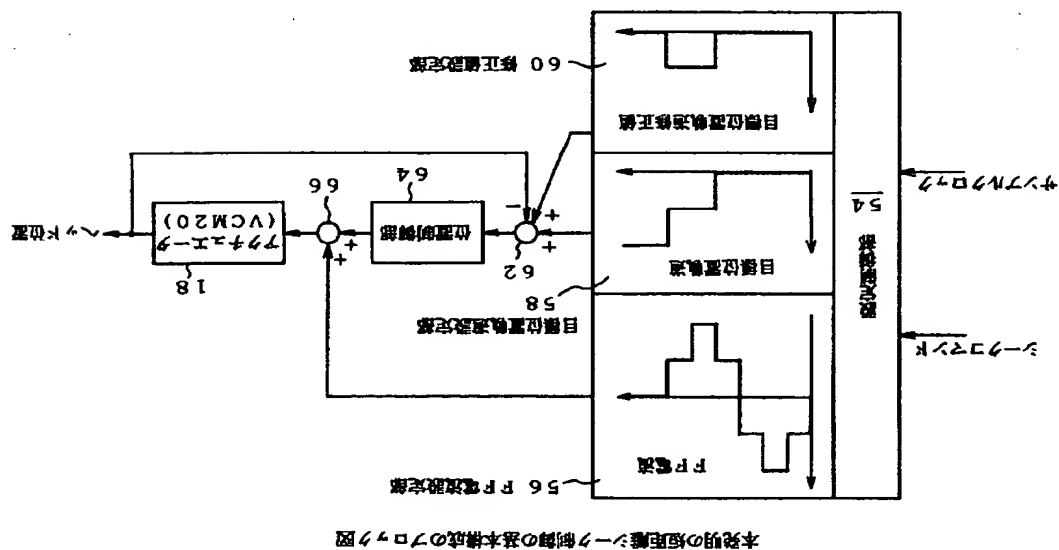
【図 18】

シミュレーションに使用する正弦波 F 電流の原理図

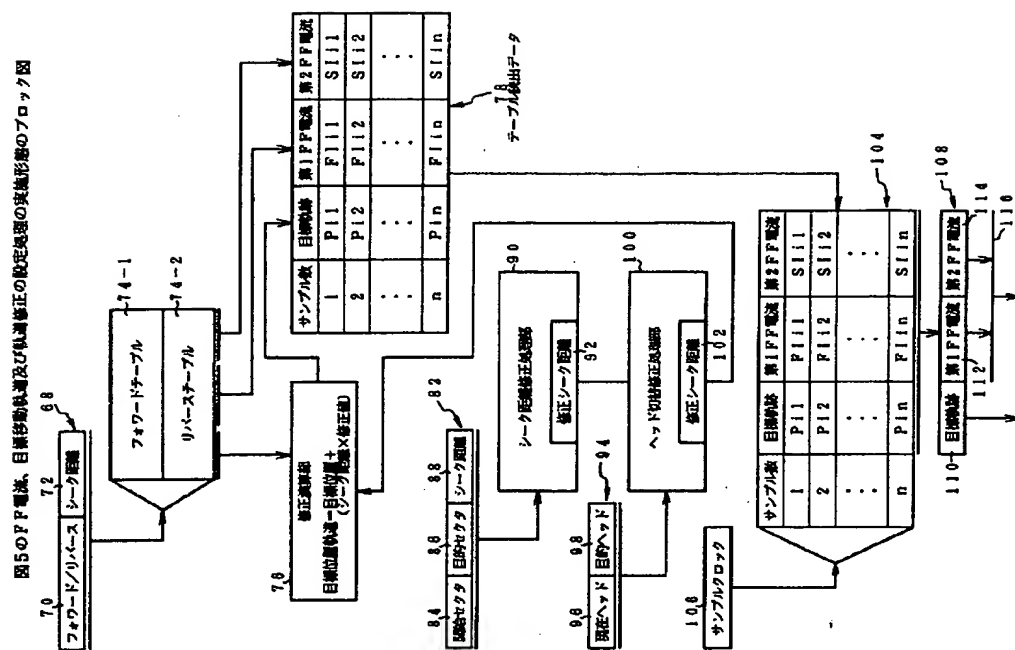




**【例5】**



【図6】



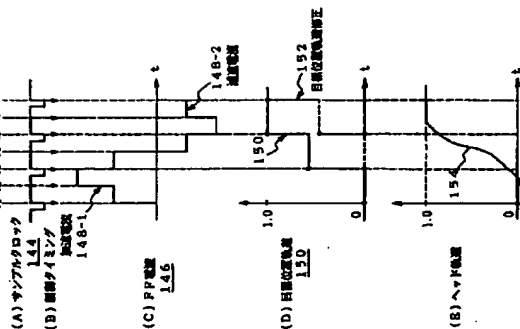
【図 7】

図 6 のフォーマットデータの説明

レーン番号	サンプル番号	修正値	第 1 修正値	第 2 修正値	第 3 修正値
1	1	0000	0000	0000	0000
2	2	0000	0000	0000	0000
3	3	0000	0000	0000	0000
4	4	0000	0000	0000	0000
5	5	0000	0000	0000	0000
6	6	0000	0000	0000	0000
7	7	0000	0000	0000	0000
8	8	0000	0000	0000	0000
9	9	0000	0000	0000	0000
10	10	0000	0000	0000	0000
11	11	0000	0000	0000	0000
12	12	0000	0000	0000	0000

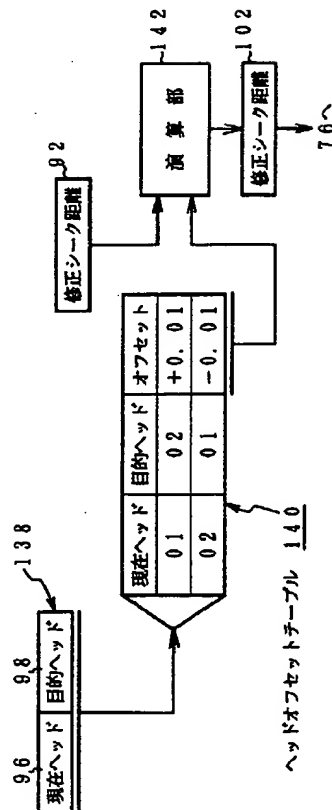
【図 12】

図 5 の距離修正シーク時間のタイムチャート

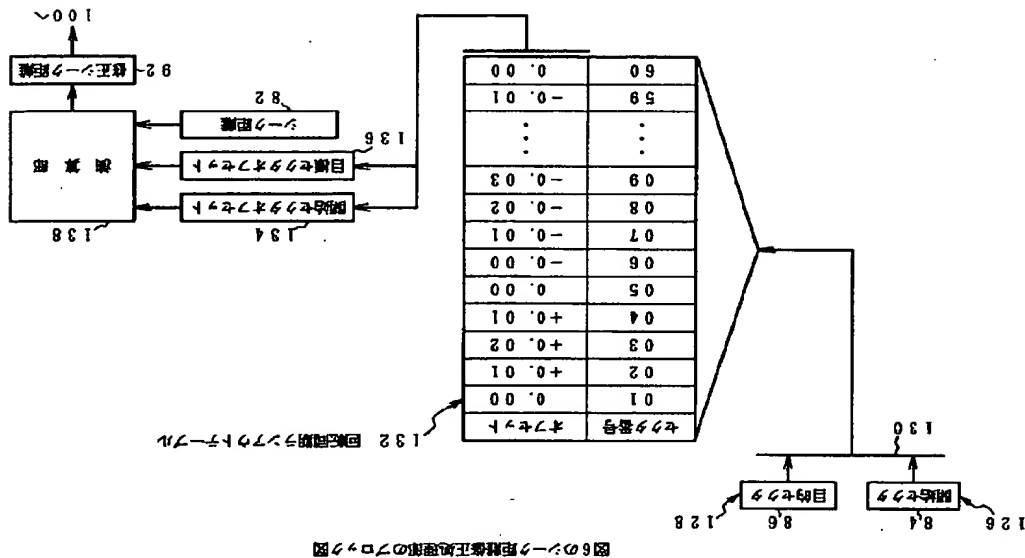


【図 11】

図 6 のヘッド切替修正部のブロック図

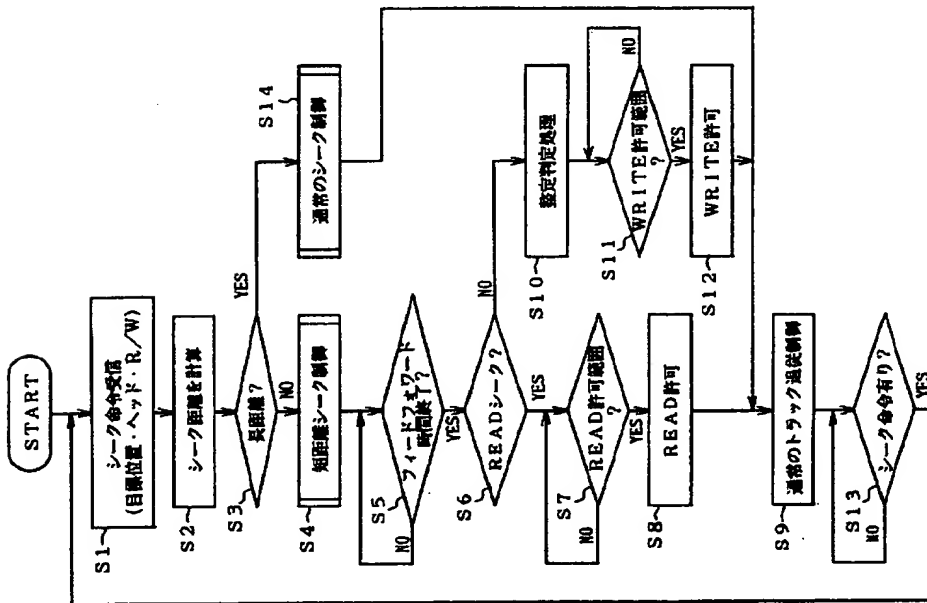


【図 9】



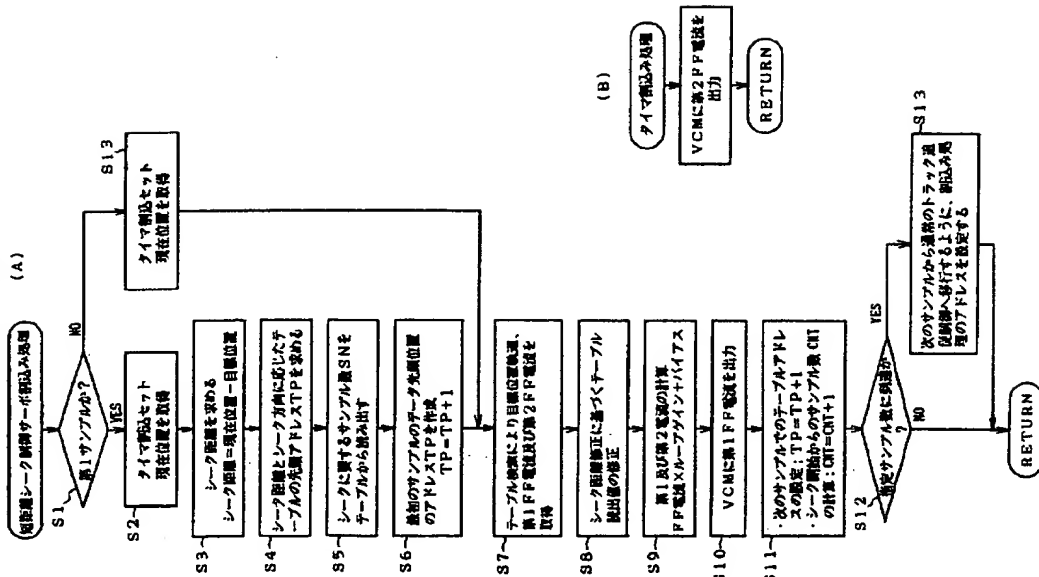
【図13】

図2のシーク制御の全体処理のフローチャート



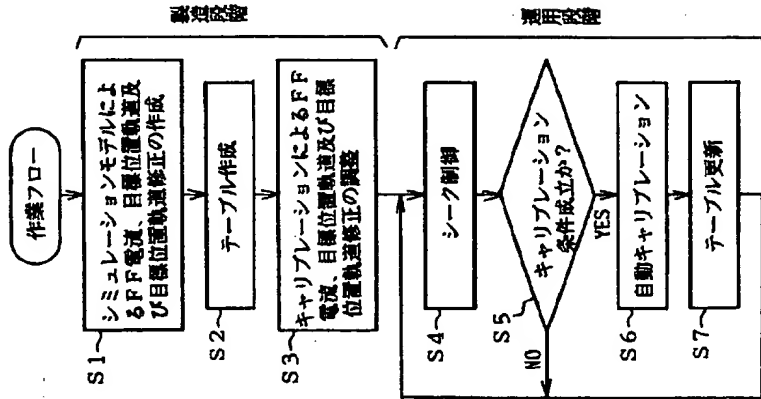
【図14】

図13の短距離シーク制御のフローチャート



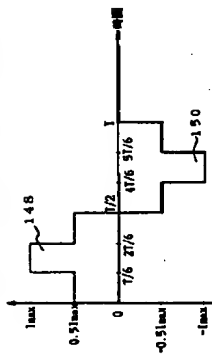
【図 15】

本発明のキャリブレーションの手順のフローチャート



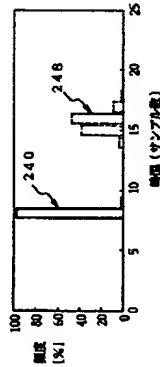
【図 20】

本発明のシーク制御に使用する三角波 F/F 電流波形の説明図



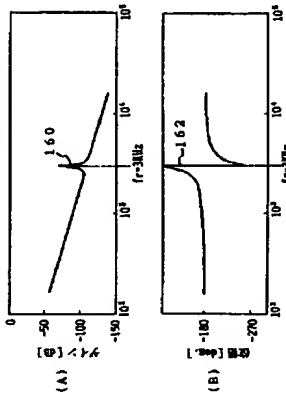
【図 34】

本発明と従来のシーク制御のシーク時間の周波数成分の比較図



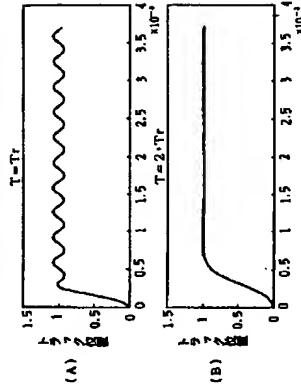
【図 17】

図 16 のシミュレーションモデルの周波数特性図



【図 19】

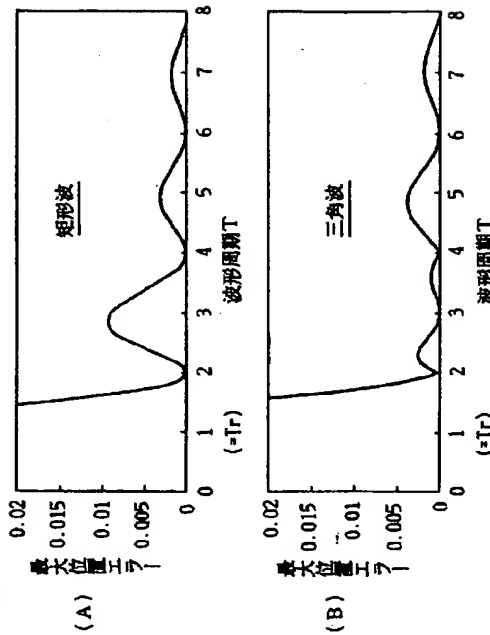
F/F 電流波形の周波数によるシーク量の周波数成分の説明図



【図 21】

F/F 電流として方形波と三角波を与えた場合のシーク後の振動振幅と周期の関係

の説明図



【図 30】

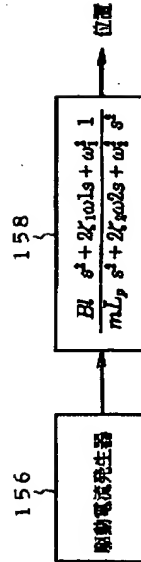
シミュレータで得られたシーク距離、シーク方向に応じた目標位置軌道の修正値

の説明図

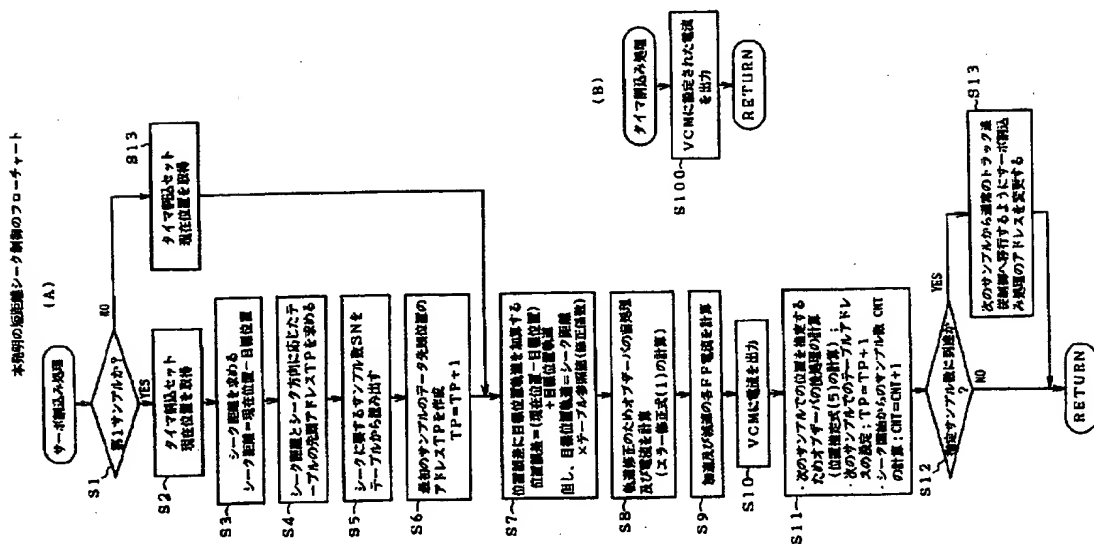
シーク距離	シーク方向	第 1 サンプル修正値	第 2 サンプル修正値	第 3 サンプル修正値
2. 0.1mm 未満	フォワード	-1.0	-1.0	-0.550
2. 0.1mm 未満	リバース	-1.0	-1.0	-0.550
2. 0.1mm 以上	フォワード/リバース	-1.0	-1.0	-0.550

【図 16】

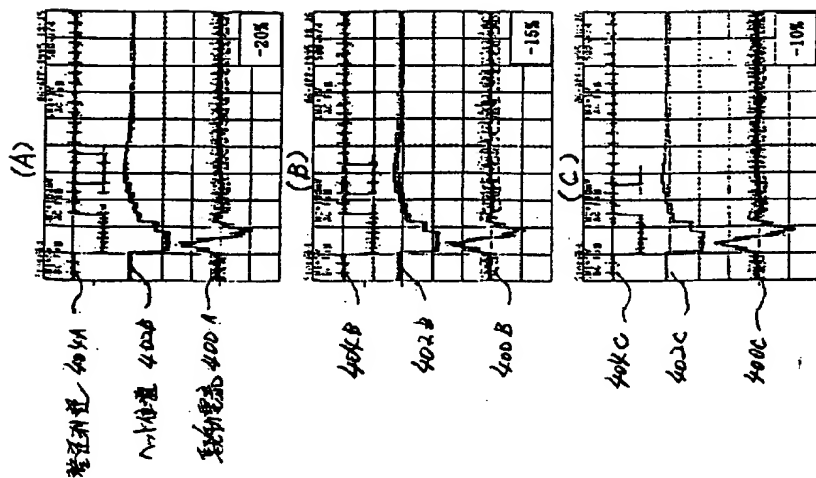
共振を調べるためのシミュレーションモデルの説明図



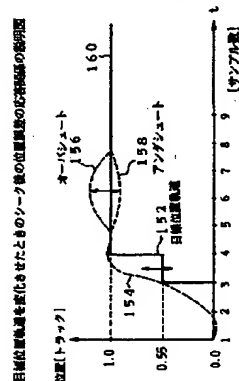
【图22】



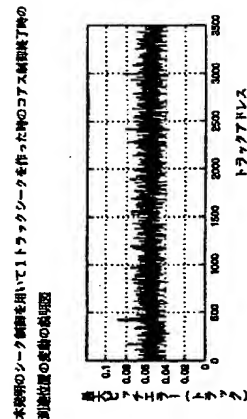
【图23】



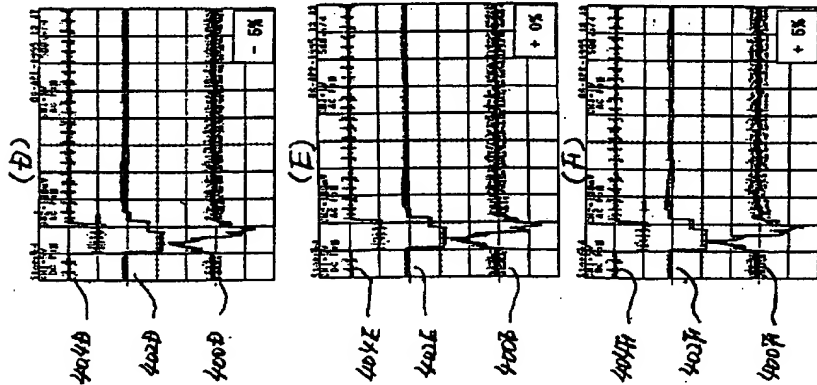
【图28】



【31】

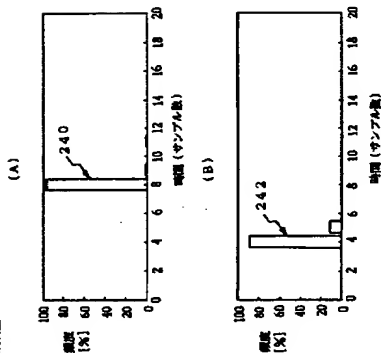


【図 24】



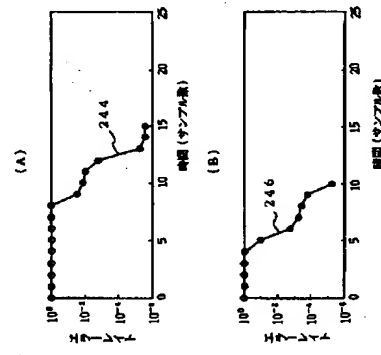
【図 32】

本発明のレーザ駆動部について2種の駆動波形を用いたレーザ駆動部の駆動波形の図解



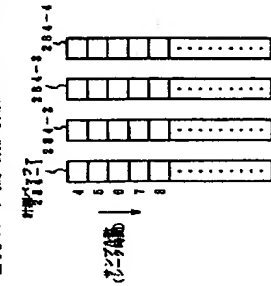
【図 33】

本発明のレーザ駆動部について2種の駆動波形を用いたレーザ駆動部のエラーレートについての駆動波形の図解



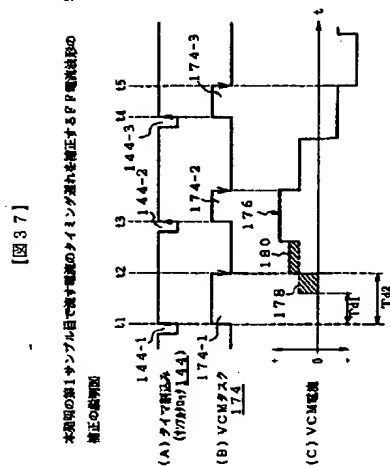
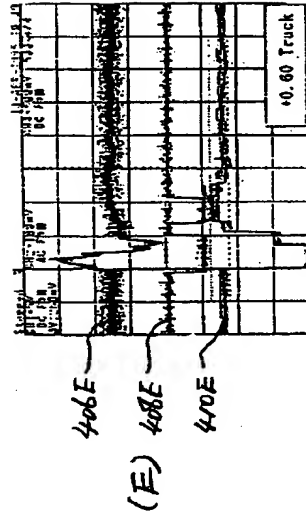
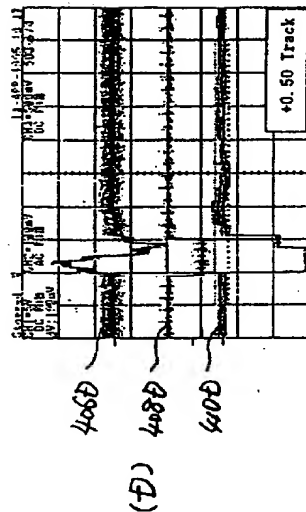
【図 46】

図 46 のレーザ駆動部で使用されるパルス・パワの図解





【図27】

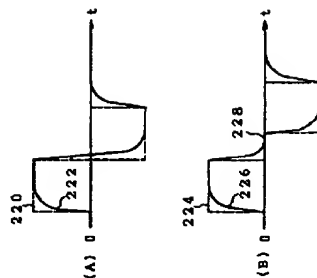


【图37】

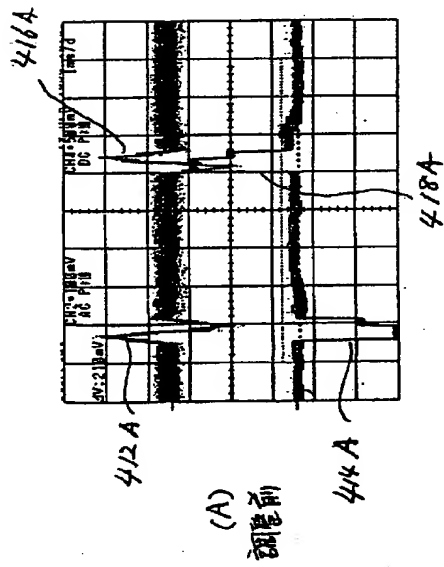
修正の説明図

【43】

導電率の分布による P P 矩形波電流と電磁波の伝播の解析図

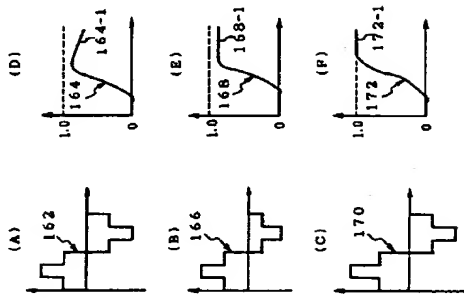


【図 29】



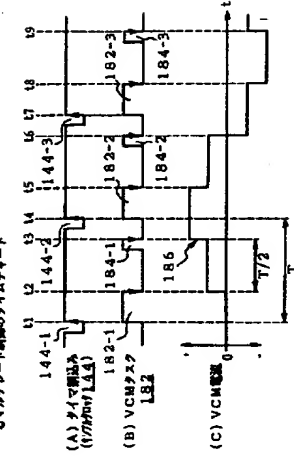
【図 36】

本発明で使用するP電流源部のキャリブレーションの原理図



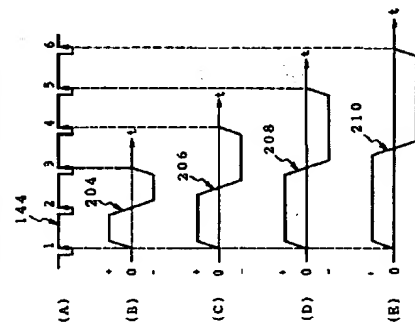
【図 38】

1/2 サンプルタイミングでP電流に加入目標位置移動を予測して位置制御するマルチレート制御のタイムチャート



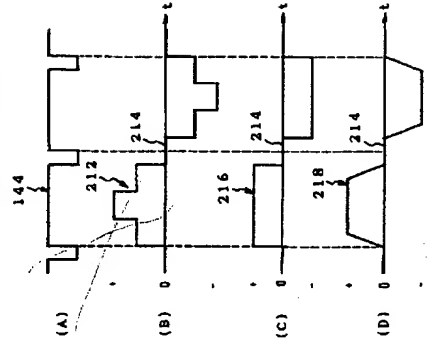
【図 41】

サンプル間に対する合致P電流源部の原理図



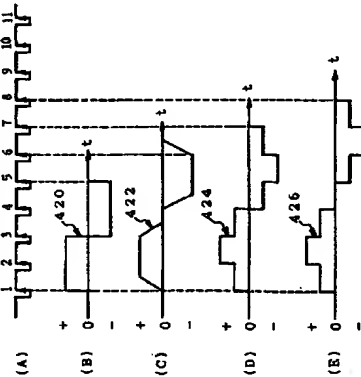
【図 42】

途中に電圧源を接続したP電流源部の原理図



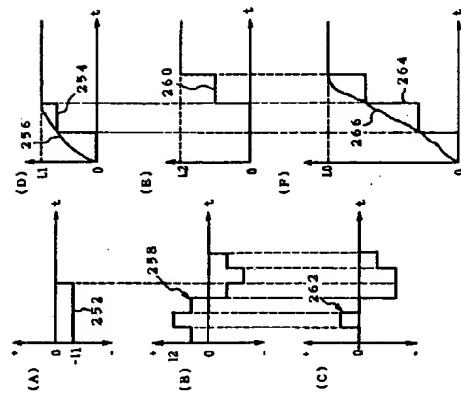
【図 4.4】

1チャンネルに1回演算化される毎分のFF電流値の波形図

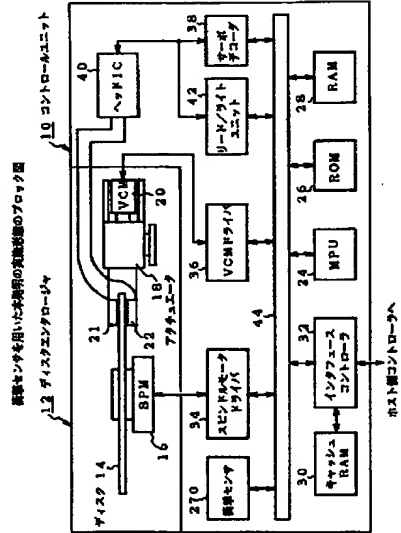


【図 5.1】

図 4.9 の位置情報によるFF電流と位置情報量の算出値の波形図

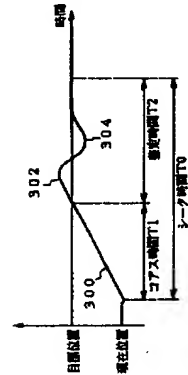


【図 5.3】



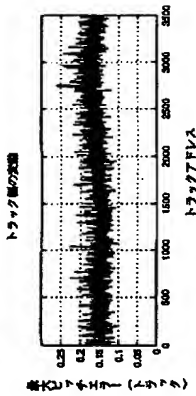
【図 5.5】

シーク時間、コアス時間、書き込み時間の算出値の波形図



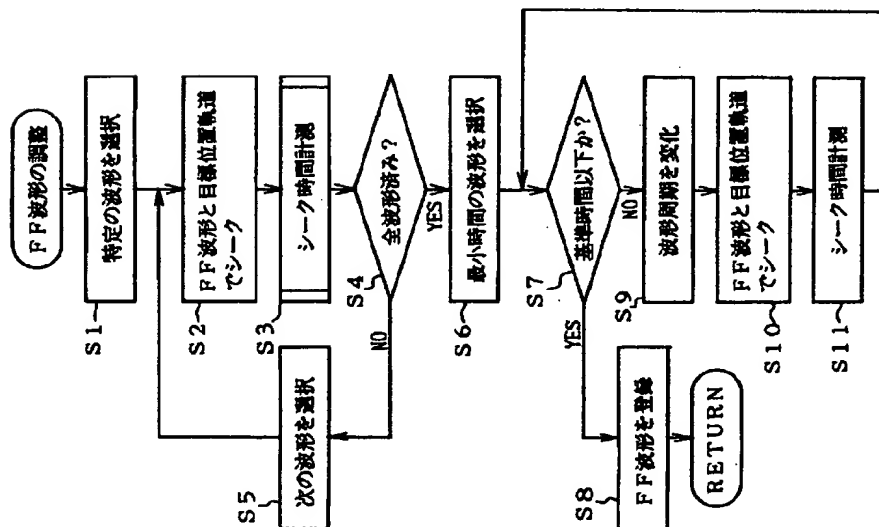
【図 5.7】

従来装置のトラッキング誤差を付したデータの波形図



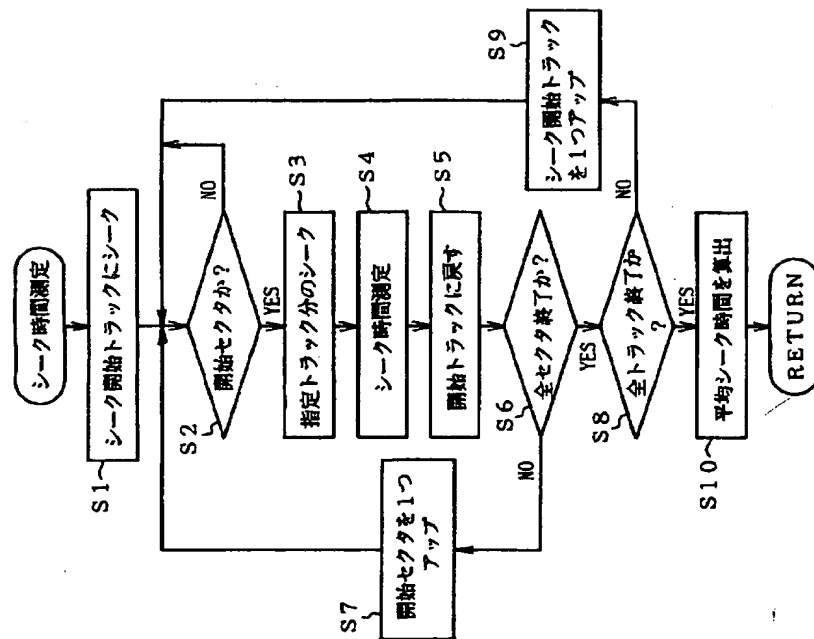
【図 47】

図 45 の FF 波形の調整処理のフローチャート



【図 48】

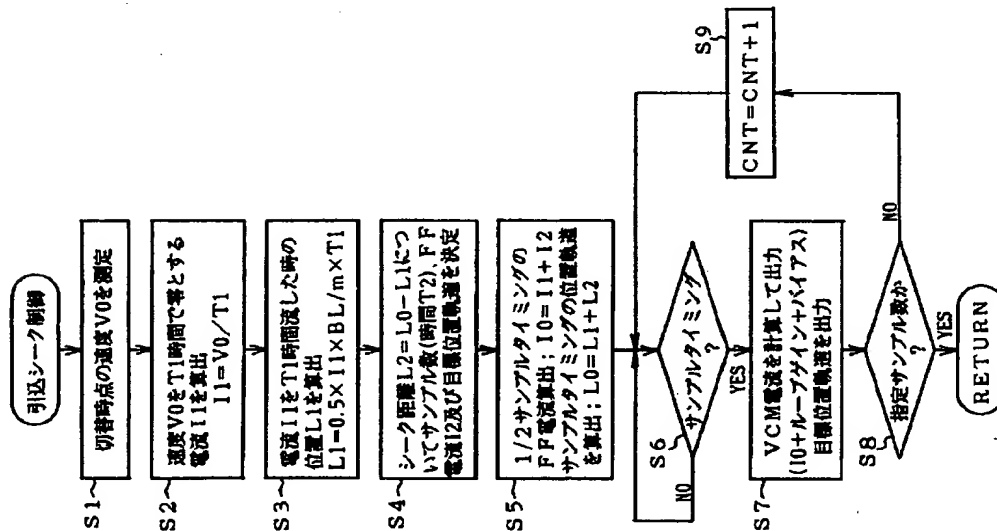
図 47 で行うシーク時間計測処理のフローチャート





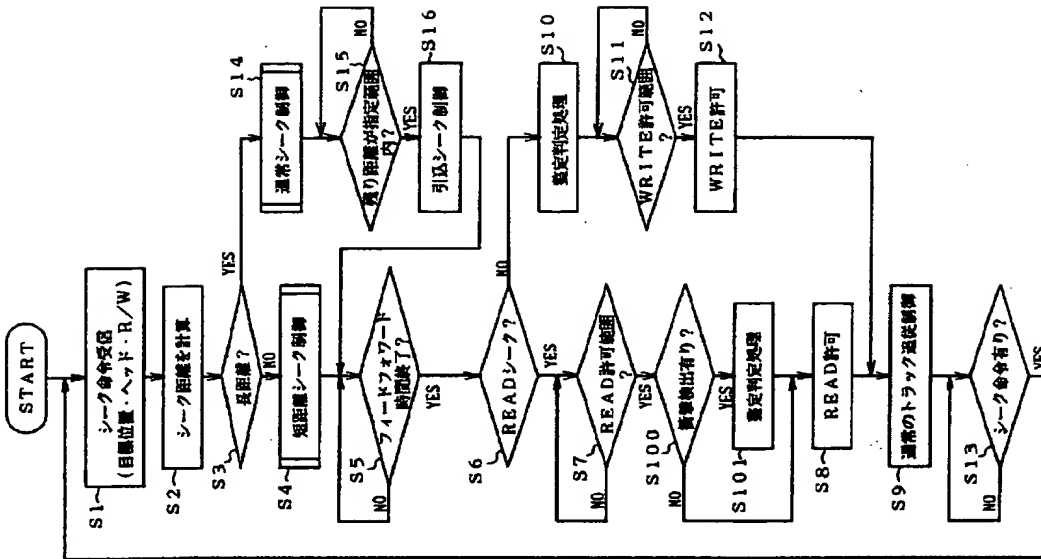
【図52】

図49の切替制御部による引込み制御のフローチャート



【図54】

新章センサを用いたシーク制御のフローチャート



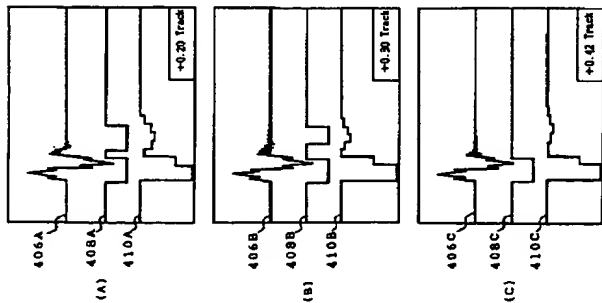




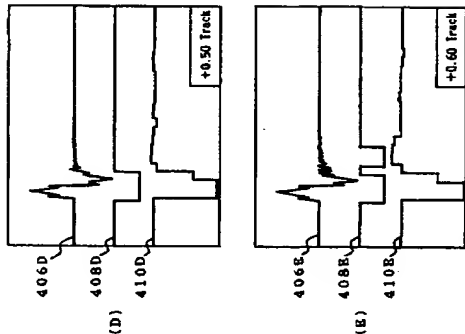
(53)

特開平 9-139032

目標位置を基準にずらしたときの位置ずれの図面



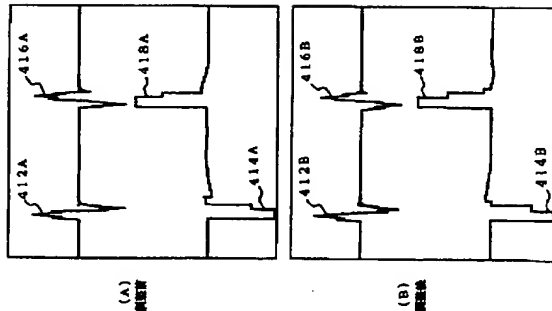
目標位置を基準にずらしたときの位置ずれの図面 (続き)



【手続補正 5】  
【補正対象書類名】図面  
【補正対象項目名】図 27  
【補正方法】変更  
【補正内容】  
【図 27】

【手続補正 5】  
【補正対象書類名】図面  
【補正対象項目名】図 27  
【補正方法】変更  
【補正内容】  
【図 27】

フォワード方向とリバース方向でレーザ光の位置ずれの図面



(54)

特開平 9-139032

【手続補正書】

【提出日】平成 8 年 7 月 16 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0130

【補正方法】変更

【補正内容】

【0130】このように本発明にあっては、目標位置軌道を用いた位置フィードバック制御に F F 電流を加えた図ループ制御を行うにとどまらず、更にシーケンス距離及び方向を考慮した目標位置軌道の修正を行うことで、予め

定めたサンプル数での短いシーケンス制御が実現できている。次に本発明のシーケンス制御において、F F 電流制御に合わせて行う位置フィードバック制御の有効性を保証する。図 57 に示したように、トラッキング間隔は  $\pm 20\%$  程度の変動を持っている。このようにトラッキング間隔が変動を持っていても、本発明にあっては位置制御部 64 による位置フィードバック制御を F F 電流による図ループ制御に加えて行うことで、低周波帯域の変動となる回転同期ランリアウト PRO 及び回転非同期ランリアウト NPRO の影響を抑制できることが確認できている。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**